全球转基因大豆专利信息分析与技术展望

王友华* 蔡晶晶* 邹婉浓 孙国庆#

（中国农业科学院生物技术研究所 北京 100081）

摘要 转基因大豆作为目前转基因作物推广种植面积最广的作物，在保障人类油料与饲料供给上发挥着重要作用。本文基于智慧芽数据库（PatSnap）对欧盟、美国及中国等国家地区1985-2016年收录的全球转基因大豆技术领域专利文献进行统计分析，得出全球转基因大豆专利信息的总体发展趋势、研发热点及技术分布与格局，并对比分析了我国转基因大豆研发的竞争力，对未来转基因大豆的产业发展提出了展望。

关键词 全球 转基因大豆 专利

第一例转基因作物于1996年产业化,至今已有二十余年的时间，此期间转基因作物的研究与开发取得了全球性的成功，显示出巨大的经济、社会和生态效益，在满足全球粮食安全、生态安全、人民健康需求等方面发挥了重要作用。其中,转基因大豆是大豆育种和生产领域重大的技术突破，与传统的大豆相比，转基因大豆的应用优势在多方面得到证实。第一例转基因大豆专利申请始自1985年，作为最早商业化应用的转基因植物品种之一，目前已经成为转基因技术应用推广面积最大的作物，其种植面积约占转基因作物的50%[1]，全球大豆的转基因种植率达到了82%，美国、巴西和阿根廷的种植面积最大，转基因品种的普及率均超过90%[2]，在国际农作物市场中占有重要的地位。

科学文献和专利信息可提供最新的技术情报,特别是专利信息对研究产业发展态势、技术发展趋势等具有较强的参考价值。基于各类商业化的专利数据库进行的信息化分析研究众多[3-6],是当前通过大数据分析手段进行高效研发战略制定的重要手段。本研究全面检索了欧洲专利局（European Patent Office，EPO）、世界知识产权组织（World Intellectual Property Organization，WIPO）及包括美国、中国、日本、英国、法国、德国和台湾等在内的100多个国家和地区收录的转基因大豆相关专利文献，分析了转基因大豆的发展态势、主要技术领域、国家（地区）和关键核心专利信息等，以期对研究人员开展转基因大豆领域的技术研发可提供有益的信息资料，并结合近年来的专利申请情况展望了未来转基因大豆的产业发展趋势。

1. 数据来源及方法

*并列第一作者。#通讯作者，电子邮箱：sunguoqing01@caas.cn

1.1 数据来源

全球转基因大豆技术领域专利数据来源自商业数据库智慧芽数据库（PatSnap），时间跨度为1985-2016，数据采集专利申请日截至2016年12月31日，检索式为(transgenic OR genetically engineered OR genetically modified OR genetically transformed OR GMO OR 转基因 OR 基因修饰) AND (soy OR soybean OR 大豆)。主题选取包括：申请年、IPC 分类、国家区域分类等。由于全球不同国家（地区）对植物新品种的专利保护的法规不同[7, 8]，为在分析全球专利技术时体现一致性，本文对植物新品种专利进行了排除。由于一般专利自申请到专利公开存在18个月~3年的滞后期，2014-2016年数据仅供参考。

1.2 分析方法

1.2.1 全球转基因大豆专利技术分析　主要包括：专利申请总体分析及趋势分析、技术热点分析、专利申请国家地区布局分析、各国研发能力和技术布局分析、机构研发能力分析等。

1.2.2 国内外转基因大豆专利的比较分析　主要比较了中国专利受理情况、同族专利数和被引专利数情况、主要研发单位发展策略与竞争力。发展策略与竞争力比较研究选定数量增长、质量提升、市场推动、学术驱动、专业化、多样化、国际化、合作性八个指标。数量增长指标基于专利数量年增长率；质量提升指标基于高被引专利的比例，即同一领域内被引数量较高的专利代表高质量专利；市场推动指标基于专利引用年限，引用近年的专利代表该单位更加市场化；学术驱动指标基于非专利文献的引用情况，体现与学术领域合作的紧密程度；专业化指标基于专利IPC分类的集中化程度，越集中代表研发领域越专业；多样化指标基于跨技术领域专利的比例，比例越高代表研发多样性越强；国际化指标基于发明者的区域国籍的情况，即专利中跨国家研发的比例；合作性指标基于合作研发的情况，即合作申请的专利数量比例。主要研发单位则分别选定国内重点研发单位和国外大型跨国公司，考虑到跨国公司间的合并重组，将发生过合并重组的跨国公司按照专利阵营合并统计。

1.2.3 统计分析方法　本文利用Office Excel软件对专利文献数据进行计量分析。

2.结果与分析

2.1 全球转基因大豆专利申请情况

为全面表现转基因及大豆相关的专利，以专利名称、摘要和权利要求作为检索重点，在智慧牙（PatSnap）数据库中共检索出转基因大豆及相关专利17855件，以每件申请的一

个公开文本作为单个技术组，共有13511组专利，经人工清洗，排除含“非转基因” 等与转基因大豆无关专利共271组，排除新品种保护类专利1827组，最终得出全球转基因大豆领域申请专利14759件，公开11413组。

2.2 全球转基因大豆专利的趋势分析

从全球转基因大豆专利的年度申请和公开情况（表1）来看，1985-1995年间，相关专利年度申请和公开数量较少，呈现缓慢增长态势，该阶段正是从第一个转基因大豆专利申请至第一例转基因作物商业化种植的期间，全球转基因大豆处于研发起步阶段。

1996-2007年间，转基因大豆相关专利申请出现快速增长的趋势，2000年起出现平台期，增长放缓，至2004年后又迅猛增长，直至2007年达到专利申请量最高值，当年申请量达到近900件。公开数与申请数的趋势线发展总体基本一致。此期间，获得了一批抗虫、抗草甘膦、高油酸等功能基因，推动了大豆遗传转化等基因工程的研究工作，研发体系逐步完善成熟，转基因大豆的产业化面积持续性增加。

2007年后，转基因大豆专利申请数量呈现下降趋势，其中2013年有所回升，随后继续下降。由于专利公开的时间要求，专利公开数在此期间仍保持有较高数量。此期间，转基因大豆的产业化已长期达到一个高值，转基因大豆的研发进入稳定成熟阶段，继续发展需要有新的功能基因的开发，转基因作物研发已从抗虫、耐除草剂性状的单一模式，转向面对多基因及品质提升等新的需求，因此专利数据上的衰减暗示进入新的一轮研发阶段，一旦出现具有突破性的创新或者政策上的利好，专利数据也会随之出现变化。



图1 全球转基因大豆领域专利申请与公开的趋势情况

Fig.1 The annual distribution of transgenic soybean patents application and disclosure from 1985～2016.

2.3 重点技术领域技术分析

转基因大豆研究的技术构成可以概括为转入外源基因、转基因方法和其他相关技术三个大类[9]，IPC(国际专利分类号)的分类统计可以显示出转基因大豆研发中重点技术领域构成的小类分布，由此可以为相关研发提供重点方向和热门技术的参考。

表1显示了转基因大豆IPC大组专利申请情况，前十位中，C12N类别和A10H类别为核心技术，C12N类别有4大组，占总专利数的52.4%；A10H类别有2大组，占总专利数的26.3%。C12N类别主要涉及植物基因工程与遗传育种研究，A10H类别则主要与植物种质资源与改良有关。除上面2大类外，C07K类别和C07H类别专利涉及转基因大豆研究中的功能基因和肽类，与核心技术关系密切，特别是C07K类别专利数居大组类别第三位，此类多肽的研究中有较大部分与品质改良基因表达的蛋白相关，是第二代转基因作物的发展方向。另外，出现了较多C12Q类别专利，涉及检测技术方面专利，与转基因作物产业化发展的需求有关。

从IPC分布可以看出，目前基因工程、遗传育种和种质资源开发仍是转基因大豆研究的主体，但是重点方向已开始转向新功能基因的开发、第二代转基因作物研发及检测技术发展方面。

表1 转基因大豆专利重点技术领域分布

Table1. Main technical distribution of transgenic soybean patents.

序号	IPC 分类号	专利数	涉及技术领域
1	C12N15	8766	突变或遗传工程；遗传工程涉及的 DNA 或 RNA，载体（如质粒）或其分离、制备或纯化；所使用的宿主
2	A01H5	5844	有花植物，即被子植物
3	C07K14	3141	20 个氨基酸以上的肽
4	C12N5	2908	未分化的人类、动物或植物细胞，如细胞系；组织及它们的培养或维持
5	C12N9	2873	酶；酶原及其组合物，制备、活化、抑制、分离或纯化酶的方法
6	A01H1	2047	改良基因型的方法
7	C07H21	1356	含有两个或多个单核苷酸单元的化合物，具有以核苷基的糖化物基团连接的单独的磷酸酯基或多磷酸酯基，例如核酸
8	C12Q1	1296	包含酶或微生物的测定或检验方法；其组合物及这种组合物的制备方法
9	C12N1	1149	微生物本身，如原生动物；及其组合物；繁殖、维持或保藏微生物或其组合物的方法；制备或分离含有一种微生物的组合物的方法；及其培养基

10	A01N43	575	含有杂环化合物的杀生剂、害虫驱避剂或引诱剂，或植物生长调节剂

对若干重点IPC领域的年度申请量的统计分析结果显示(图2),自1996年起,C12N15和A01H5这两个类别是转基因大豆领域发展最快的技术领域，历年的申请量远远高于其他技术领域，充分说明转基因大豆研发集中在外源基因片段的编码与调控、大豆种质资源、基因修饰与改良方面，且创新的可持续性仍然强劲。C12N5领域的专利申请自2007年开始有所下滑，该类别专利涉及大豆转基因的过程中未分化组织培养技术，该技术体系逐渐成熟，已无需在本领域投入更多的研发力度，故专利申请放缓。总体来看，所有重点领域的在2007年后出现的申请数量的下滑都与大跨国公司申请量的下滑相关，说明孟山都、先锋和先正达等几个跨国公司一直是转基因作物专利申请的主体，其申请趋势的波动会影响全球专利申请的整体趋势。

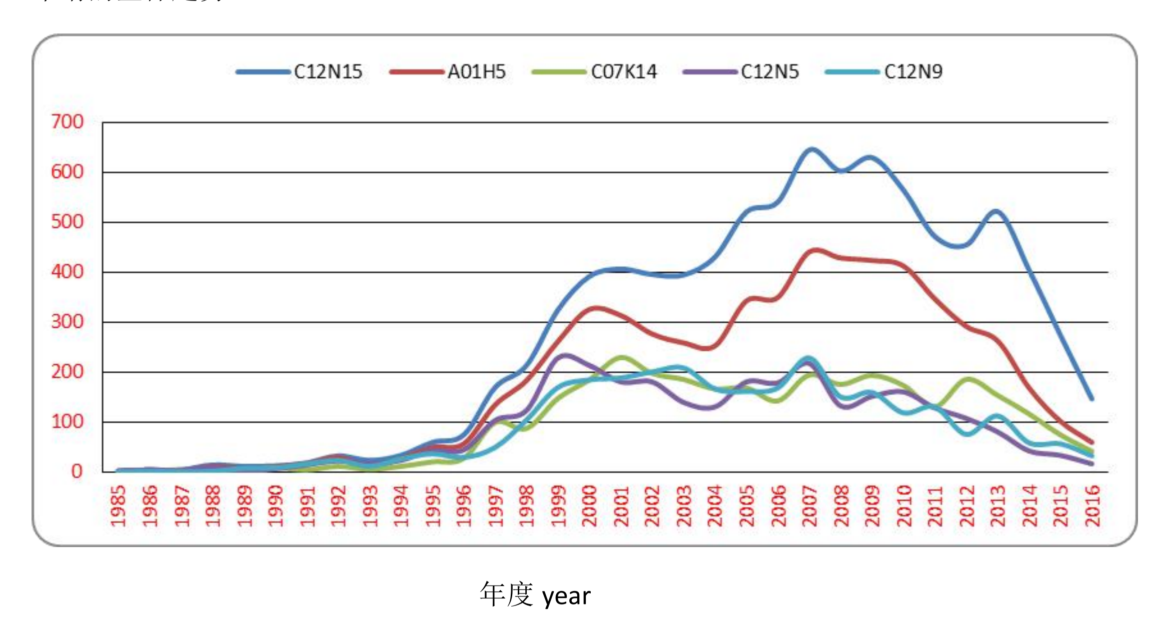


图2 转基因大豆重点IPC领域专利申请年度分析

Fig.2 Annual analysis of transgenic soybean patent applications in key IPC technology areas.

2.4 重点受理国家地区分析

转基因大豆专利申请受理排名前五位国家（地区）或组织为美国、世界知识产权组织、中国、欧洲和加拿大（图3），申请量占总申请量的87.3%。

美国作为转基因技术应用的先驱，2015年转基因大豆种植面积达3240万hm^2，占全球的35%，且种植性状多元，众多跨国公司均把美国作为转基因大豆及其技术产业化的重点地区，是新技术产业化应用的首选国家，专利申请量达到3446项，稳居世界第一，占全球申请量的近1/3。

转基因大豆技术掌握机构累计向世界知识产权组织提交专利申请量达到2232项，占全球申请量的20%，居专利申请量排名第二位，充分体现了这些机构通过世界知识产权组织进行跨国专利申请向全球布局的重视程度。

中国以1699项的申请量位列第三位。尽管中国目前还没有对转基因大豆种植开放，但是基于巨大的大豆的消费需求，大豆的进口量从1996年的111万t持续增加到2015年的8169万t，其中主要是转基因大豆，因此中国也成为各专利申请机构专利重点布局的市场之一。

欧洲和加拿大分别以1429项、1157项的申请量分列第四、第五位，表明这两个国家/地区在转基因大豆产业化方面占据较大市场，或其产业化前景广阔。

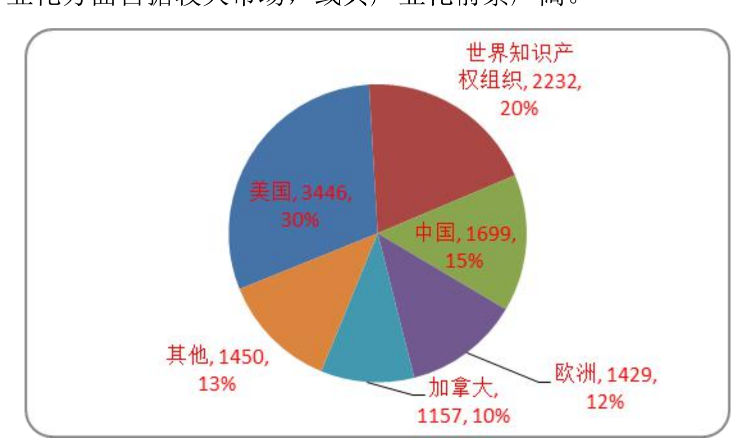


图3 转基因大豆专利重点申请国家地区分析

Fig.3 Analysis of main countries and regions for transgenic soybean patents application.

2.5 各国研发能力分析

不同国家转基因大豆专利申请量可以体现该国的研发能力水平，结果见图4。美国的专利申请量为4867件，占全球申请量的42.64%，位居全球第一位。德国为1034件，占9.06%，排名第二。中国、瑞士、加拿大分别以863、324、239件分列第三、四、五位。对照上述各国家/地区专利局的受理情况看，美国相关机构提交的全球专利申请总数比本国受理的专利数高出12.45%，德国、瑞士等欧盟国家的申请机构合计申请2078件，占全球申请总量的18.20%，高于欧洲专利局5.68%，说明这两个国家/地区均为技术输出国家，在本国家/地区专利局以外的地区申请了相关专利。而中国相关机构的专利申请量则为7.56%，比本国专利的专利受理量低7.33%，说明我国的专利受理中有一半均来自于外国机构，为专利技术的输入国。

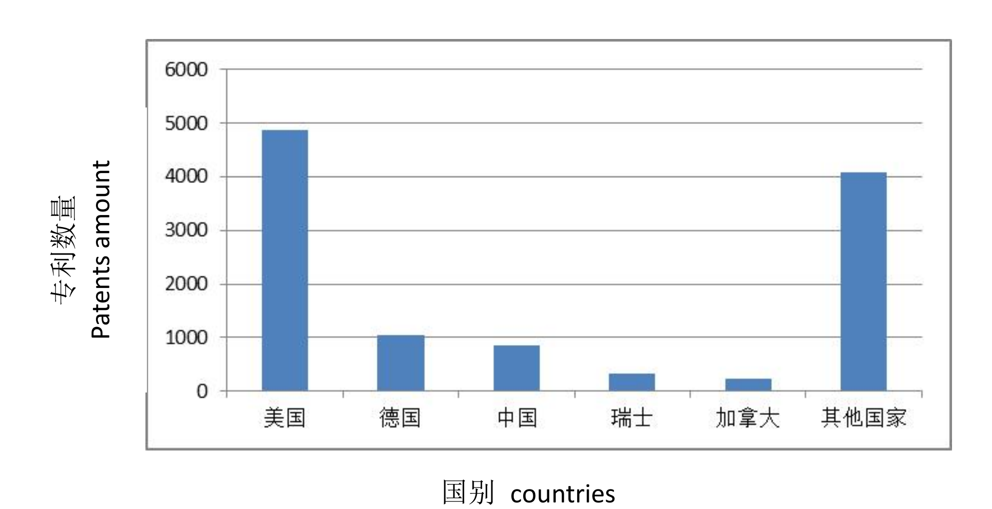


图4 不同国家的转基因大豆专利申请情况

Fig.4 Patent applications for transgenic soybeans in different countries.

对不同国家专利的年度申请量比较结果见图5。专利申请总量排名第一的美国从2008年之前专利申请量呈上升趋势，2008年到2011年期间有所下降，之后专利申请量又有所提高。德国的申请在2005年和2008年分别出现一个峰值后，趋于平缓。中国在2008年之后专利申请量大幅度增加，并在2011年起专利申请数量超过德国，主要是由于国家从2008年正式启动实施了“转基因生物新品种培育科技重大专项”，大大促进了我国转基因大豆的基础研究与专利布局。其他国家的专利申请量趋势变化并无显著特征。

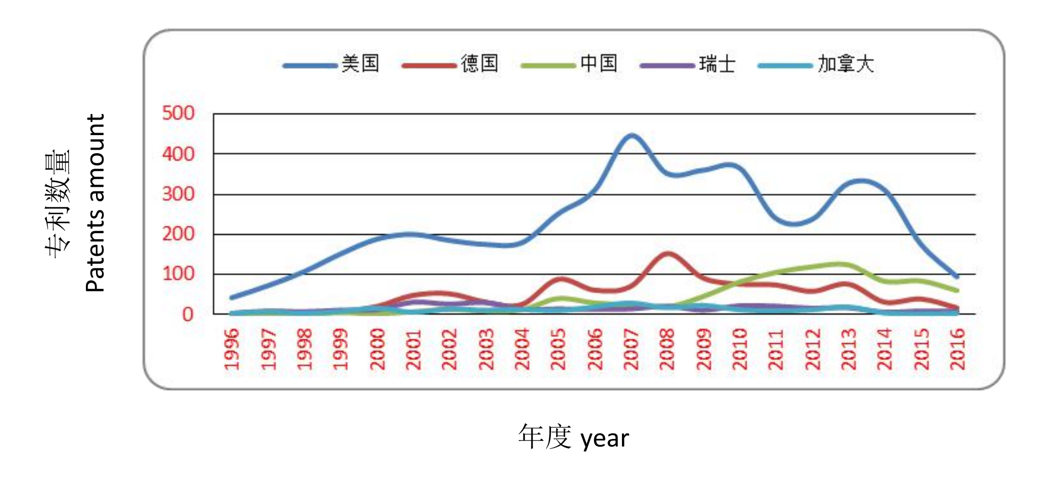


图5 不同国家转基因大豆专利的年度申请情况

Fig.5 Annual patent applications for transgenic soybeans in different countries.

2.6 各国技术聚焦及应用布局

对转基因大豆领域专利排名前五位的国家重点技术领域进行统计分析，由图6可以看

出，各个国家主要技术领域主要集中在C12N15、A01H5两个领域，这两个领域主要涉及基因工程修饰和植物受体，为转基因大豆技术的最关键部分。另外排名比较靠前的还有C07K14、C12N9、C12N5三个领域，主要为功能基因表达的蛋白质、酶及组合物、未分化的植物细胞系。各国关注转基因大豆技术领域相似度大致相当，均把基因工程修饰和植物受体两个领域（C12N15、A01H5）作为研发重要领域，功能基因表达的蛋白质、酶及组合物、未分化的植物细胞系（C07K14、C12N9、C12N5）三个领域也均有专利布局。美国在各技术领域及应用中均处于绝对的领先地位，在排名前五位的技术领域中，美国也均占据首位，且布局较为均衡。中国、瑞士、加拿大三国在各领域的侧重程度有多差异，其中中国在酶及组合物（C12N9）领域专利布局仅占本国专利总量的10.2%，远低于其它四个领域。瑞士在酶及组合物（C12N9）领域布局、加拿大在功能基因表达的蛋白质（C07K14）的布局也低于其它领域布局数量。

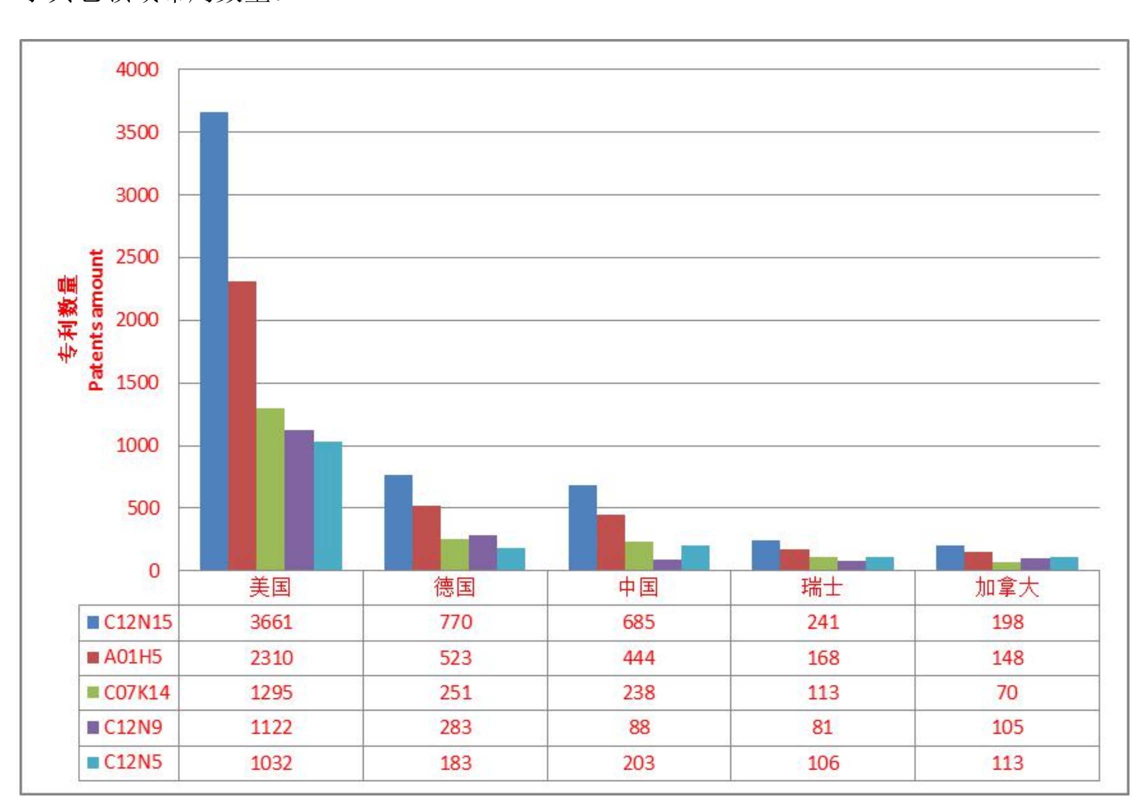


图6 不同国家技术聚焦及应用布局情况

Fig.6 Technology focus and application layout in different countries.

2.7 主要申请机构竞争力分析

全球转基因大豆专利申请量排名可以反映出转基因大豆技术领域的活跃机构，并体现出技术的集中与垄断程度。表2列出了转基因大豆专利重点申请机构情况。从研究机构类型

来看，目前转基因大豆研发的重点是企业。1988年-2016年间全球转基因大豆专利总量排名前八位的专利权人依次为：孟山都、先锋种业、巴斯夫、杜邦、陶氏、先正达、阿森尼克斯和拜耳，全部为欧美国家公司。这8家公司的专利(族)总量达5806组，占全球转基因大豆专利申请总量的52%。以美国为例，美国的转基因大豆专利主要集中在几个大的跨国公司手中，前20名的申请单位中有18家单位为企业，占有84%的专利数量，对于专利的产业化应用、专利战略布局等具有很高的运用调配能力。当前国际资本合并趋势加剧，杜邦和先锋资本合并后再与陶氏进行了合并，成为仅次于巴斯夫的第二大化工企业，中国化工收购了种子巨头瑞士先正达，德国拜耳公司收购美国孟山都公司，这种趋势下，专利持有情况复杂，技术应用与交流更加剧烈，总体上增强了转基因大豆研发技术的优势和垄断。

中国的转基因大豆研发则主要由高校和科研院所承担，将中国科学院和中国农业科学院各研究所的转基因大豆专利申请量累加，分别以95项、70项排列在全球的第12和第15位，申请总量与跨国大公司差距较大。中国的前20家申请单位中，有18家为科研院所/高校，占有82%的专利数量（其中科研院所34%，高校48%）。中国企业中仅大北农集团发展较好，专利数量达到58项。总体来看，受限于国内政策与产业化能力，转基因大豆专利的产业应用还较为滞后。

表2 全球转基因大豆专利重点申请机构情况

Table 2 Key transgenic soybean patent applicants.

排名	申请人	专利数	百分比	总部所在国家/地区
1	孟山都	1290	11.30%	美国
2	先锋种业	1260	11.04%	美国
3	巴斯夫	1002	8.78%	德国
4	杜邦	697	6.11%	美国
5	陶氏农业科学公司	640	5.61%	美国
6	先正达	347	3.04%	瑞士
7	阿森尼克斯公司	293	2.57%	美国
8	拜耳	277	2.43%	德国
12	中国科学院	95	0.83%	中国
15	中国农业科学院	70	0.61%	中国
19	大北农	58	0.51%	中国

2.8 专利法律状态分析

从专利的法律状态来看，全部申请的专利中有1557组专利为无效专利，占专利总数的23%，专利授权情况相对较好。

对已授权专利目前的法律状态的检索结果显示，61组发生专利权转移，5组进行了专利许可备案，16组出现专利诉讼。在专利权转移方面，仅有1个专利从大学转移到公司，其他专利均为公司间的专利转移。中国有13组专利发生了权利转移，其中多数为企业内部的权利转移，也有个别高校向公司转移及公司向事业单位转移的情况。

整体来看，有效专利总体数量很多，整体研发仍保持强劲势头，但活跃性专利占比较低，技术实际应用上仍保持谨慎。

2.9 中国转基因大豆专利的竞争力分析

2.9.1 中国知识产权局专利受理情况 图7显示了在中国受理专利申请的前十位申请人情况。先锋公司申请专利数量最多，排名前十的单位中外国企业占了一半，且外国企业专利申请数量占前十家单位总和的62%，国内单位大多为科研院所和高校，进入前十的中国企业只有大北农公司一家。一方面，在我国尚未放开转基因大豆种植政策的背景下，全球几大知名跨国公司均在中国进行了专利部署，充分体现中国市场对转基因大豆的需求。另一方面，我国的研发主体仍然以高校和科研院所为主，在产业化驱动力上与跨国公司相比还相差很远。

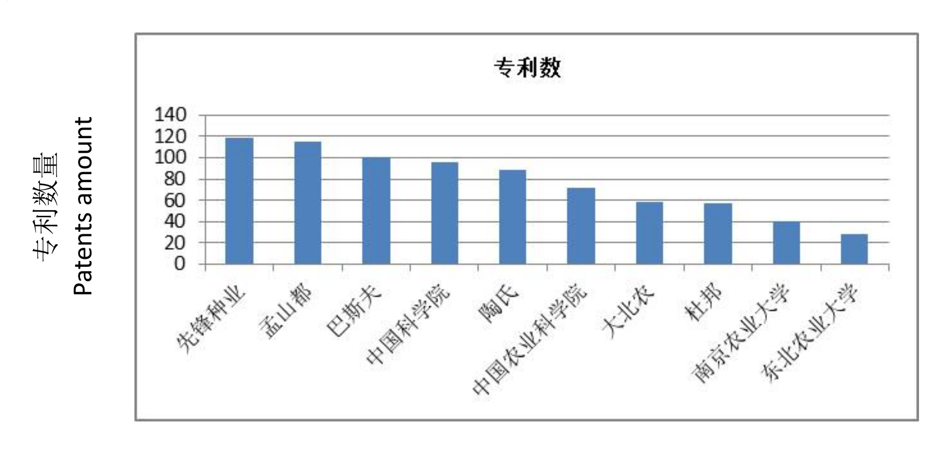


图7 中国知识产权局专利受理情况

Fig.7 Patent acceptance of China Intellectual Property Office.

2.9.2 国内外同族专利数量及被引专利数量的对比分析 同族专利数可以体现研发的能力与质量。国内外在同族专利数比较中差距显著。具有10个以上同族专利的国外专利数量多达6966项，而中国专利只有39项，且其中拥有独立知识产权的仅有11项，包括中国科学院7项，南京农业大学2项，华中农业大学1项，另28项都是与外国科研人员或跨国企业合作发明的专利，可能以种质资源作为技术发明参与了申请，转基因等核心技术仍然掌握在外企手中。总体来看，中国发明专利地域广度小，大部分在国内申请，很少在国外申请，体现出我国转基因专利的整体质量较低，市场化能力亟待加强。

被引专利数量可以体现了所发明专利的重要程度。与国外专利相比，中国专利的被引数量远低于国外专利，被引数量超过10的外国专利有846个，而中国专利仅有6个，其中有4项为我国拥有独立知识产权的专利，权利人分别为北京化工大学、国家质量监督检验检疫局、北京未名凯拓农业生物技术有限公司和华南理工大学。说明中国专利的质量与国外利的质量差距还有很大，其原创性、关键技术的参考性等均有待进一步提升。

2.9.3 国内外主要研发单位发展策略与竞争比较分析 本研究选定数量增长、质量提升、市场推动、学术驱动、专业化、多样化、国际化、合作性八个指标对国内外重点研发单位的发展策略与竞争能力进行了系统性评价与比较分析。其中**数量增长**指标基于专利数量的按年增长率，体现单位研发战略对比其他单位是否更重视“量”的发展。**质量提升**指标基于拥有高质量专利的比例（同一领域内被引用数量较高的专利为高质量专利），体现研发中是否重视“质”的提升。**市场推动**指标基于专利引用的年限，如果引用的其他专利都为近几年的专利，则可认为该研发单位专利更加市场化。**学术驱动**指标基于非专利文献的引用度，体现该研发单位是否与学术领域合作紧密。**专业化**指标基于该研发单位IPC分类的集中化程度，集中化比例越高代表研发领域越专业。**多样化**指标基于跨技术领域专利的比例，比例越高代表研发多样性越强。**国际化**指标基于发明者的区域国籍的情况，即专利中跨国家研发的比例。**合作性**指标基于合作研发的情况，即合作申请的专利数量比例。

研发单位选择上，国内以中国农业科学院作为主要研发单位代表，国外则确定了先正达、拜耳-孟山都、陶氏-杜邦先锋、STINE SEED FARM等大型跨国公司或通过并购形成的专利阵营，比较分析结果如图8。

图8显示，STINESEED FARM公司的发展策略最为均衡，除国际化程度较低外，各项指标优势明显。先正达、拜耳-孟山都、陶氏-杜邦先锋的发展也较为均衡，各项指标均有涉及，充分说明资本集中统筹的跨国公司在全球专利布局方面有系统性设计与规划。作为国内研发机构代表的中国农业科学院的转基因大豆专利数量增长速度最快，专利申请时引用的多为近几年的专利，市场推动更加市场化，这两项指标优于其他跨国企业；在专业化方面，中国农业科学院的申请专利领域IPC分类集中化比例高，专业化研发程度相对较高；在学术驱动方面，较多应用了学术论文等非专利文献，体现了专利申请与学术领域合作紧密；在多样化方面，跨技术领域专利申请比例与其他几家研发单位大致相当，多样化布局较好；但在同一领域内被引用数量极低，质量亟待提升；在国际化和合作性两方面，相关专利申请几乎为零，说明专利的联合研发还很欠缺，国际化能力亟待提升。

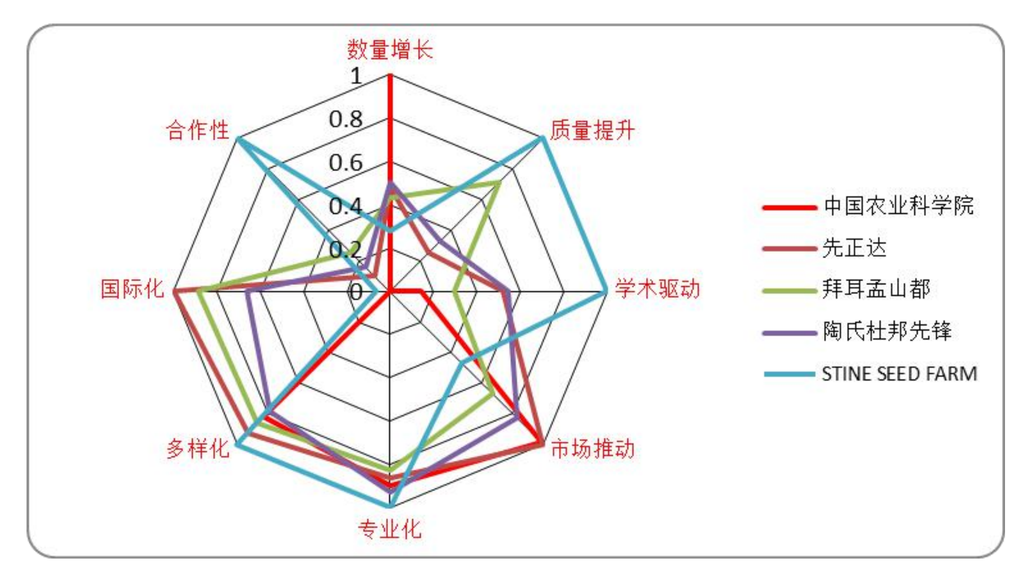


图8 主要研发单位发展策略与竞争比较分析

Fig.8 Comparative analysis of development strategy and competition of major R & D units.

3.结论

3.1 全球转基因大豆的研发势头仍然强劲，中国专利与国际先进仍有差距

1996年以来，转基因大豆技术领域的专利申请量开始大幅度增多，尽管近些年的年专利申请量稍有回落，而专利的公开量却是每年都在增加，并在2013年达到最大值。这说明转基因大豆技术发展趋势正处于成长期阶段，世界范围内正在重视和加大对转基因大豆技术的研究工作。在国家转基因重大专项的支持下，中国对转基因技术的研究水平已逐渐进入国际一流行列，但在转基因大豆的专利申请与国际化竞争方面还有一定差距，同时受限于我国大豆种植面积的萎缩，从而阻碍了中国转基因大豆技术的发展步伐。

3.2 我国转基因大豆专利的申请主体与国外研发主体大相径庭

在全球范围内转基因大豆专利主要为中美两国，但单位的性质却呈现巨大的差异，美国单位主要为孟山都、陶氏、杜邦等企业，而先正达也是近期被中国公司收购的瑞士企业。中国的主要研发单位则主要包括中国农业科学院、中国科学院、南京农业大学等科研院校。而以企业为主的转基因大豆申请专利主要集中在转基因大豆的种质利用和检测检验技术上，关键技术的原创性水平较低，在转基因大豆的产业化中竞争力不强。

3.3 我国转基因大豆专利增长迅速，质量有待提高

从2011年开始，我国成为全世界专利申请量第一大国[10]，但我国的专利质量普遍不

高，尤其是在转基因大豆技术研究方面尚在起步阶段。专利量急剧上升，专利的他引，专利撰写水平，转化许可等产业应用均表明专利质量有待提高；专利的同族专利布局非常少，参与跨国联合研发还很匮乏，说明我国转基因大豆的国际化竞争能力较差；专利技术的联合研发还很不足，尤其是科研院所与企业间的联合攻关亟待加强；专利质量不高，市场转化率低，便难以发挥助推经济创新发展和转型升级的作用。

3.4 跨国公司仍是转基因大豆的市场竞争主体

2016年全球范围内，转基因作物整体发展态势良好[1]，共有107种关于转基因作物的批准，涉及68个品种，其中17种新的转基因作物品种获得批准，其中包含一种新转基因大豆。转基因政策也已经开始放宽，今后将会有一大批的国家加入到转基因作物的种植行列中。2016年7月，欧盟委员会宣布批准进口孟山都研发的Roundup Ready 2 Xtend转基因大豆以及拜耳和MS科技公司开发的Balance GT大豆。此外，杜邦先锋的耐除草剂高油酸转基因大豆305423 × 40-3-2以及DAS-81419抗虫大豆都获得了欧洲食品安全局的积极评价，有望在未来被允许用于粮食和饲料，并进行进口和加工处理。通过2016年全球转基因作物品种审批情况来看，陶氏益农有4个大豆品种在韩国、台湾及哥伦比亚获得审批，孟山都有三个品种的大豆在澳大利亚、 新西兰、台湾、韩国、新加坡和欧盟等地获得审批，拜耳公司有三个品种的大豆在台湾、马来西亚和欧盟获得审批。从各大跨国公司在转基因大豆专利布局及其产业化应用能力上看，在一段时间内跨国公司仍是转基因大豆的市场竞争主体。

3.5 我国新兴企业在该领域潜力巨大

中国对于转基因大豆的申请主要在于高校及科研院所，企业则占极少部分。在中国受理的转基因大豆专利中，排在第一位的我国新兴企业是大北农集团，大北农在玉米育种领域的投入非常大，但转基因大豆的开发却稍显逊色，起步较晚。从2012年至今，大北农共申请58项转基因大豆专利，其中中国受理50项，世界知识产权组织受理8项。通过统计其专利申请趋势(表3)发现大北农集团在2012-2013年中专利申请量呈显著增长，且申请数量也较多。以中国农业科学院的转基因大豆申请作为参考，大北农集团在转基因大豆的申请上起步较晚，但增幅显著，申请专利的类型与国际专利申请量成绩显，可以看出其潜力巨大，在未来将参与转基因大豆产业市场的争夺。

表3 大北农集团与中国农业科学院的转基因大豆专利申请趋势

Table 3 The trend of transgenic soybean patent application by DBN group and CAAS.

年份	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
大北农集团	0	0	0	0	0	0	0	11	20	6	7	14
中国农业科学院	5	2	0	5	1	9	6	7	13	7	7	4

4. 展望

4.1 转基因大豆的产业仍将不断推进

大豆在中国栽培实用已有5000年的历史，是全球大豆的原产国，也是我国重要的油料作物和高蛋白粮饲兼用作物，是蛋白质、油脂及保健活性物质的重要来源，随着人口增长和食物短缺的矛盾日益尖锐，转基因大豆的研发成为了解决这些问题最有效的途径。尽管目前我国大豆的产量居世界第四位，但一直以来，我国的大豆总产量远不能满足国内需求，中国自1995年开始从美国进口大豆，进口量持续不断增长。2016年，我国进口了8391万吨大豆，再创历史最高纪录，且绝大多数都是转基因大豆，占了全国大豆总量的86.6%。一方面是由于国内的耕地已无法满足国民对大豆需求的增加，另一方面则是我国大豆的优良种质资源（包括生物改良的转基因大豆品种）匮乏，大豆种质成本过高，利润率底下。国内企业长期进口大豆，将对我国的农业发展安全埋下安全隐患。着力发展转基因大豆等优质大豆品种，并优化大豆种质布局，是保障我国粮食安全的重要举措之一。

4.2. 转基因大豆的全球化竞争模式多元，积极参与国际竞争

原创型研发与企业收购、并购并存。杜邦公司并购先锋种子公司，孟山都被拜耳收购，中国化工收购先正达，最近陶氏化学又与杜邦公司进行合并，国际化竞争模式多元，公司间、研发单位间专利互相许可等，将进一步推动转基因大豆在全球范围内的应用。

我国转基因大豆受限于政策原因，目前在国内还没有放开种植，但其技术储备已可以参与国际化竞争。国家“十三五”科技发展规划将着力推进抗除草剂大豆等重大产品产业化。转基因大豆在我国的种植限制将逐步解禁，未来我国转基因大豆技术核心研发单位将与各跨国公司参与产业化竞争。巴西、阿根廷是目前全球转基因种植大国，分别排在第二、第三的位置，巴拉圭、巴基斯坦、南非、乌拉圭也是全球种植大户，但这些转基因大豆种植国家并不是研发的主体国家，孟山都等跨国公司成为了这些国家的商业主体，知识产权的产业发展需要跳出地域局限，参与到全球化竞争里。我国的转基因大豆技术可以考虑国内、国际两条线并行的模式，积极开展转基因大豆技术走出去，推进国际产业化进程。

4.3. 新兴基因改良技术与新功能基因成为研发热点

专利的本质即是对创新技术的保护。一方面，随着生物技术的不断发展，基因编辑、全基因组选择育种等新技术将会成为现代作物育种过程中的重要技术[11]。在过去的几年中以ZFN技术和TALEN技术为代表的序列特异性核酸酶技术由于具有能够高效定点基因组编辑的优势，在转基因新产品开发过程中展现了巨大的潜力。如Calyxt公司利用TALEN技术研发出所含的单不饱和脂肪酸的含量与橄榄油相当的大豆品种。2015年，中国科学家利用CRISPR-Cas9基因编辑系统在大豆作物中成功实现了定向诱变，提高了定向基因修饰的效率[12]。转基因研发大型企业杜邦、孟山都等公司先后与加州大学伯克利分校等签订了CRISPR基因编辑技术专利使用协议，将该技术进一步应用到农业上。这些基因编辑技术不但为培育新品种带来了更多的可能性，同时能够使这些新品种可以更好地适应消费者的需求。另一方面，大豆种子作为植物生物反应器应用受到重视[13]，新功能基因的挖掘与利用研究也愈加深入和广泛[14-16]，育性、产量提高[17]、品质改良[18]、特殊用途等方面功能基因不断应用到转基因作物中。

参考文献：

[1] ISAAA. 2016年全球生物技术/转基因作物商业化发展态势[J].中国生物工程杂志, 2017, 37(4): 1-8.

ISAAA. Commercial development of global biotechnology / genetically modified crops[J]. China Biotechnology, 2017, 37(4): 1-8.

[2] 崔宁波, 张正岩. 转基因大豆研究及应用进展[J]. 西北农业学报, 2016, 25(8): 1111-1124.

Cui N B, Zang Z Y. Advance of research and application of transgenic soybean[J]. Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica, 2016, 25(8): 1111-1124.

[3] 程景民, 卞亚楠. 基于CiteSpace的转基因大豆研究热点分析[J]. 中国农业信息, 2016，28(24): 72-74.

Cheng J M, Bian Y N. Analysis of the research hotspots in genetically modified soybean based on CiteSpace[J]. China Agricultural Information, 2016，28(24): 72-

74.

[4] 王戴尊, 魏阙, 单美玉, 等. 基于Innography的转基因大豆专利分析[J]. 农业图书情报学刊, 2016, 28(9): 40-45.

Wang D Z, Wei Q, Shan M Y, et al. Patent analysis of transgenic soybean technology based on Innography[J]. Journal of Library and Information Sciences in Agriculture, 2016, 28(9): 40-45.

[5] 赵霞, 王玉光, 胡瑞法. 基于专利分析的转基因农作物技术布局态势研究[J]. 情报杂志, 2014, 33(9):51-55,92.

Zhao X, Wang Y G, Hu R F. Patent Layout and Status Analysis of Genetically Modified Crop Technology[J]. Journal of Intelligence, 2014, 33(9):51-55,92.

[6] 吴学彦，韩雪冰，戴磊. 基于DII的转基因大豆领域专利计量分析[J]. 中国生物工程杂志，2013,33(3):143-148.

Wu X Y, Han X B, Dai L. Patentometric analysis of transgenic soybean technology based on DII[J]. China Biotechnology, 2013, 33(3) : 143-148

[7] 李菊丹. 论我国植物发明专利保护制度的完善——兼论专利制度与植物新品种保护制度的关系[J]. 河北法学, 2017,35(4): 2-18.

Li J D. Study on the improvement of plant invention patent protection system in China——Study on the relation between patent and plant variety right [J]. Hebei Law Science, 2017,35(4): 2-18.

[8] 彭玉勇. 欧美对植物及新品种的专利保护 [J].中国发明与专利, 2004,1(10): 74-75.

Peng Y L. Patent protection of plants and new varieties in Europe and

America[J]. Chinese Inventions and Patents 2004,1(10): 74-75.

[9] 苗润莲. 基于专利分析的转基因大豆技术现状研究[J].大豆科学,2015,34(4):723-730.

Miao R L. Study on genetically modified soybean technology development status based on patent analysis[J].Soybean Science, 2015,34(4): 723-730.

[10] 谭龙, 刘云. 从制度变革看中国专利申请量的增长[J]. 科技进步与对策, 2014, 31(2): 113-117.

Tang L, Liu Y. The growth of China's patent applications from the perspective of institutional change[J]. Science & Technology Progress and Policy, 2014, 31(2): 113-117.

[11] 林落. 基因编辑"进军"农业育种[J]. 科学新闻, 2016,18(12): 71-73.

Lin L. Gene editing "march" agricultural breeding[J]. Science News, 2016,18(12): 71-73.

[12] Sun X, Hu Z, Chen R, et al. Targeted Mutagenesis in Soybean Using the CRISPR-Cas9 System[J]. Scientific Rep, 2015, 5:10342.

[13] 张玲, 张原宇, 李启云, 等. 大豆种子蛋白表达系统的开发与研究前景[J]. 大豆科学, 2014, 33(4): 616-618.

Zhang L, Zhang Y Y, Li Q Y, et al. The research and development prospects of soybean seed protein expression system[J]. Soybean Science, 2014, 33(4): 616-618.

[14] 余永亮, 梁慧珍, 王树峰, 等. 中国转基因大豆的研究进展及其产业化[J]. 大豆科学, 2010, 29(1): 143-150.

Yu Y L, Liang H Z, Wang S F, et al. Research progress and commercialization on

transgenic soybean in China[J]. Soybean Science, 2010, 29(1): 143-150.

[15] 陈洁君，张维，宛煜嵩，等. 全球转基因作物发展现状及趋势[J]. 农业生物技术学报, 2011,19(2): 369-374.

Chen J J, Zhang W, Wan Y S, et al. Situation and tendency of the global genetically modified crops in development [J]. Journal of Agricultural Biotechnology, 2011,19(2): 369-374.

[16] 苏燕，许丽，徐萍. 全球商业化转基因作物发展现状和趋势[J]. 生物产业技术, 2015, (5): 42-47.

Su Y, Xu L, Xu P. Current status and trends of commercial transgenic crops in the world[J]. Biotechnology & Business, 2011, 19(2):369-374.

[17] Zhang C, Hou Y, Hao Q, et al. Genome-wide Survey of the Soybean GATA Transcription Factor Gene Family and Expression Analysis under Low Nitrogen Stress[J]. PloS One, 2015, 10(4): e0125174.

[18] 王彪，张鑫，卢欣欣，等. 上海交通大学. 一种提高大豆含硫氨基酸含量及降低过敏原蛋白的方法[P]. 中国，发明专利, 106480089A. 2016-12-30.

Wang B, Zhang X, Lu X X, et al. A method for increasing sulfur-containing amino acid content of soybean and reducing allergen protein[P]. China Invention Patent, 106480089A. 2016-12-30.

Global Patent Analysis and Technology Prospect of Genetically Modified Soybean

WANG You-hua CAI Jing-jing ZOU Wan-nong SUN Guo-qing

(Biotechnology Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China)

Abstract As the most widely planted crops, genetically modified soybean plays an important role in the protection of human oil and feed supply. By using the method of patent analysis, this paper makes a statistical research on the patent documents from PatSnap database in the field of genetically modified soybean in 1985-2016, the results showed the overall development trend of the global soybean patents, the research hot spot and the technology distribution and pattern. A comparative analysis of the competitiveness of China's soybean research and development was also carried out. The future of soybean industry development was finally put forward.

Key words Global Genetically modified soybean Patent